

PAT-NO: JP411202373A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11202373 A

TITLE: OPTICAL SWITCH

PUBN-DATE: July 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
INAGAKI, HIDEICHIRO	N/A
SATO, MAKOTO	N/A
SHIMOKAWA, FUSAO	N/A
KANEKO, KAZUMASA	N/A
NISHIDA, YASUhide	N/A

INT-CL (IPC): G02F001/313, G02F001/315

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easily handleable optical switch of small loss fluctuation easily connectable to an input/output fiber.

SOLUTION: In this optical switch for switching an optical path by enclosing the matching liquid of a refractive index equal to the core part of an optical waveguide in a groove-like gap 3 provided on the crossing part of a first optical waveguide 1 of a first direction and a second optical waveguide 2 of a second direction crossing with each other on a substrate for satisfying total reflection conditions and moving the matching liquid inside the gap 3, a new third optical waveguide 11 of the first direction is provided parallelly to the optical waveguide 1 of the first direction in the area of the second optical waveguide 2 for propagating optical signals when the optical path is switched from the first optical waveguide 1 to the second optical waveguide 2, the gap 31 for satisfying the total reflection conditions is provided on the crossing part of the optical waveguides 2 and 11 and the optical signals are propagated between the optical waveguides 2 and 11 through the gap 31.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-202373

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/313  
1/315

識別記号

F I

G 0 2 F 1/313  
1/315

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-4473

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月13日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 稲垣 秀一郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 佐藤 誠

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 下川 房男

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

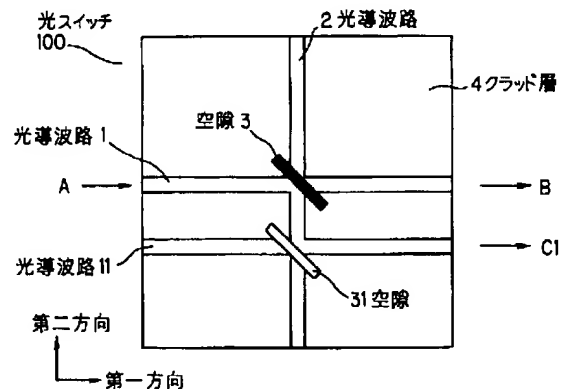
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スイッチ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 入出力ファイバと容易に接続でき、取り扱いが簡単で、損失変動が小さな光スイッチを提供する。

【解決手段】 基板上で互いに交差する第一の方向の第一の光導波路1と第二の方向の第二の光導波路2との交差部に設けられ全反射条件を満足する溝状の空隙3に光導波路のコア部と等しい屈折率の整合液が封入され、該整合液を前記空隙3内で移動させて、光路の切り替えを行う光スイッチにおいて、前記第一の光導波路1から前記第二の光導波路2に光路が切り替わった時に光信号が伝搬する前記第二の光導波路2の領域に前記第一の方向の光導波路1に平行に新たな第一の方向の第三の光導波路11を設け、それらの光導波路2, 11の交差部に全反射条件を満足する空隙31を設け、該空隙31介してそれらの光導波路2, 11の間で光信号が伝搬する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上で互いに交差する第一の方向の第一の光導波路と第二の方向の第二の光導波路との交差部に該交差部を含んでかつ跨ぐように設けられ前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間ではほぼ全反射条件を満足するような側壁を有する溝状の空隙の少なくとも一部を満たすように光導波路のコア部と屈折率が等しい屈折率整合液が封入され、該屈折率整合液を前記空隙内で移動させることにより、前記屈折率整合液が前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間の光路の切り替えを行う光スイッチにおいて、前記第一の光導波路から前記第二の光導波路に光路が切り替わった時に光信号が伝搬する前記第二の光導波路の領域に前記第一の方向の光導波路に平行あるいはほぼ平行に新たな第一の方向の第三の光導波路を設け、かつ前記第二の光導波路と前記第三の光導波路との交差部に空隙を設け、該空隙がほぼ全反射条件を満足し、該空隙を介して前記第二の光導波路と前記第三の光導波路の間で光信号が伝搬することを特徴とする光スイッチ。

【請求項2】 請求項1に記載の光スイッチにおいて、前記屈折率整合液の前記空隙内での移動により第一の光導波路から第二の光導波路側に光路が切り替わった時には光信号が伝搬しない前記第一の光導波路の領域側に新たな第二の方向の第四の光導波路を設け、前記第一の光導波路と前記第三の光導波路との間に別の第一の方向の第五の光導波路を設け、前記第一の光導波路と前記第四の光導波路との交差部及び前記第四の光導波路と前記第五の光導波路との交差部に、それぞれ全反射条件を満たして交差する導波路間を光信号が伝搬するように空隙を設けたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項3】 基板上で互いに交差する第一の方向の第一の光導波路と第二の方向の第二の光導波路との交差部に該交差部を含んでかつ跨ぐように設けられ前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間ではほぼ全反射条件を満足するような側壁を有する溝状の空隙の少なくとも一部を満たすように光導波路のコア部と屈折率が等しい屈折率整合液が封入され、該屈折率整合液を前記空隙内で移動させることにより、前記屈折率整合液が前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間の光路の切り替えを行う光スイッチにおいて、前記第一の光導波路から前記第二の光導波路に光路が切り替わらない時に光信号が伝搬する前記第一の光導波路の領域に前記第二の方向の光導波路に平行あるいはほぼ平行に新たな第二の方向の第四の光導波路を設け、かつ前記第一の光導波路と前記第四の光導波路との交差部に空隙を設け、該空隙がほぼ全反射条件を満足し、該空隙を介して前記第一の光導波路と前記第四の光導波路の間で光信号が伝搬することを特徴とする光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信等に利用される光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の光スイッチ9を図8に示す（特願平8-231674号）。同図に示されるように、ベース基板5上に設けられたクラッド層4内に埋め込まれた第一の方向の光導波路1と第二の方向の光導波路2及びこれらの導波路1、2の交差部にほぼ全反射条件を満たす角度に設けられた滑らかな側壁を有する空隙3から構成されており、空隙3には迂回路8が形成された封入用蓋9を用いて内部で移動可能な状態で屈折率整合液6が封入されていた。

【0003】ここでいう全反射条件とは、例えば導波路を伝搬する信号光が空隙に達したときに、全反射して光導波路2側にその伝搬方向を変更することを意味するものである。

【0004】更に、光スイッチ9では、空隙3の近傍に設けられヒータ（図示せず）の加熱状態を制御することにより、屈折率整合液6を空隙3の光導波路近傍から排除することにより、第一の方向の光導波路1の入射ポートAから入った光信号を空隙3の側壁で反射させて、第二の方向の光導波路2の反射ポートCに伝搬させたり、屈折率整合液6を空隙3の光導波路近傍に移動させることにより光信号を空隙3を透過させて第一の方向の光導波路1の終端部である透過ポートBまで伝搬させたりするものである。

【0005】以降、空隙3を反射状態（屈折率整合液が交差部から移動している状態）にした時に光信号が伝搬する経路を反射光路、空隙3を透過状態（屈折率整合液がちょうど交差部に存在する状態）にした時に光信号が伝搬する経路を透過光路と呼ぶことにする。また、同じ構成要素は同一の符号で示す。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のこの種の光スイッチ9では、入出力ポートである光ファイバ（図示せず）との接続点が入力ポートA、透過ポートB、反射ポートCの3方向になるために入出力ファイバの接続工程が複雑になるなど、光スイッチ9の取り扱いが困難という欠点があった。

【0007】また、この種の光スイッチ9では、反射光路の損失（以降、反射損失と呼ぶ）は、空隙の側壁の反射に伴う損失増のために透過光路の損失（以降、透過損失と呼ぶ）と比べて極めて大きいため、光路切り替えに伴う損失変動が大きいという問題もあった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板上で互いに交差する第一の方向の第一の光導波路と第二の方向の第二の光導波路との交差部に該交差部を含んでかつ跨ぐように設けられ前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間ではほぼ全反射条件を満足するような側壁を有する

溝状の空隙の少なくとも一部を満たすように光導波路のコア部と屈折率が等しい屈折率整合液が封入され、該屈折率整合液を前記空隙内で移動させることにより、前記屈折率整合液が前記第一の光導波路と前記第二の光導波路の間の光路の切り替えを行う光スイッチにおいて、前記第一の光導波路から前記第二の光導波路に光路が切り替わった時に光信号が伝搬する前記第二の光導波路の領域に前記第一の方向の光導波路に平行あるいはほぼ平行に新たな第一の方向の第三の光導波路を設け、かつ前記第二の光導波路と前記第三の光導波路との交差部に空隙を設け、該空隙がほぼ全反射条件を満足し、該空隙を介して前記第二の光導波路と前記第三の光導波路の間で光信号が伝搬することを第一の特徴とする。

【0009】また、本発明は、第二方向光導波路の光信号伝搬部において新たな第一方向光導波路を設け、第二方向光導波路と新たな第一方向光導波路の間にも新たに空隙を設けるとともに、第一方向光導波路の屈折率整合液が封入された空隙を越えた部分に新たな第二方向光導波路を設け、新たな第一方向光導波路の近傍に別の第一方向光導波路を設け、第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部及び別の第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部に、それぞれ空隙を設けることを第二の特徴とする。当然のことながら、それらの新たな空隙はほぼ全反射条件を満足する側壁を有する。

【0010】また、本発明は、第一方向光導波路の屈折率整合液が封入された空隙を越えた部分に新たな第二方向光導波路を設け、第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部に新たな空隙を設けることを第三の特徴とする。

【0011】〔作用〕本発明の第一の構成によれば、第二方向光導波路の光信号伝搬部において第一方向光導波路と平行な新たな第一方向光導波路を設け、第二方向光導波路と新たな第一方向光導波路との交差部に空隙を設けることにより、反射光路を伝搬する光信号は光導波路近傍に屈折率整合液の無い状態の空隙で反射して第一方向光導波路から第二方向光導波路に方向が切り替えられた後、第二方向光導波路に設けられた空隙で再び反射されて新たな第一方向光導波路から出射する。従って、光スイッチの光ファイバ接続点を第一の方向に限定できるため、光スイッチを光ファイバリンクの中間に実装スペースを取ること無く容易に挿入することができる。

【0012】本発明の第二の構成によれば、第二方向光導波路の光信号伝搬部において第一方向光導波路と平行な新たな第一方向光導波路を設け、第二方向光導波路と新たな第一方向光導波路との交差部に空隙を設けるとともに、第一方向光導波路の屈折率整合液が封入された空隙を越えた部分に新たな第二方向光導波路を、新たな第一方向光導波路の近傍に別の第一方向光導波路を設け、第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部

及び別の第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部に、それぞれ空隙を設ける。

【0013】このような構成にしたことにより、反射光路を伝搬する光信号は、空隙で再度反射されて新たな第一方向光導波路から出射するため、光スイッチの光ファイバとの接続点を第一の方向に限定できる。また、透過光路を伝搬する光信号は、第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部の空隙及び別の第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部の空隙の2箇所

で反射されるため、減衰器などを用いることなく反射光路とほぼ同じ損失に揃えることができる。【0014】以上のことから、光スイッチの光ファイバとの接続点を第一の方向に限定できるとともに、光路の切り替えに伴う損失変動を低減することができる。また、本発明の第三の構成によれば、第一方向光導波路の屈折率整合液が封入された空隙を越えた部分に新たな第二方向光導波路を設け、第一方向光導波路と新たな第二方向光導波路との交差部に空隙を設ける。このような構成にしたことにより、透過光路を伝搬する光信号は、新たな第二方向光導波路の空隙で反射されて反射光路と同じ方向に出射する。

【0015】従って、光ファイバとの接続点を光スイッチの互いに隣接する2辺に限定することができる。しかも、全ての光路において光信号の反射回数を1回にできるため、光スイッチの損失を低い値に揃えることができる。即ち、低損失で損失変動の小さい光スイッチを実現できるとともに、光ファイバとの接続点を2方向に限定することにより、光スイッチの取扱い性を改善でき、基板実装状態においても光ファイバの取り回しスペースを削減することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】〔実施例1〕本発明の第1の実施例に係る光スイッチ100を図1、図2及び図7に示す。この光スイッチ100は、第二方向の光導波路2の光信号伝搬部において、第一方向の光導波路1と平行な新たな第一方向の第三の光導波路11を設け、第二方向の光導波路2と新たな第三の光導波路11との交差部に空隙31を追加したものである。

【0017】即ち、この光スイッチ100においては、基板上で互いに交差する第一の方向の第一の光導波路1と第二の方向の第二の光導波路2との交差部に該交差部を含んでかつ跨ぐように溝状の空隙3が設けられている。この空隙3は、第一の光導波路1と第二の光導波路2の間でほぼ全反射条件を満足するような側壁を有し、その少なくとも一部を満たすように光導波路1、2のコア部と屈折率が等しい屈折率整合液が封入されている。

【0018】従って、その屈折率整合液を空隙3内で移動させることにより、第一の光導波路1と前記第二の光導波路2の間の光路の切り替えを行うことができる。更に、本実施例では、第一の光導波路1から第二の光導波

路2に光路が切り替わった時に光信号が伝搬する第二の光導波路2の領域に第一の方向の光導波路1に平行あるいはほぼ平行に新たな第一の方向の第三の光導波路11を設け、かつ前記第二の光導波路2と前記第三の光導波路11との交差部に空隙31を設け、該空隙31がほぼ全反射条件を満足し、該空隙31を介して前記第二の光導波路2と前記第三の光導波路11の間で光信号が伝搬するようにしたものである。

【0019】この結果、本実施例では、光スイッチ100の光ファイバ63、64との接続点を第一の方向に限定できる。このため、図7に示すように、光スイッチ100を光ファイバ63、64の間にあまり実装スペースを取ること無く容易に挿入することができる。

【0020】本実施例の変形例に係る光スイッチ101を図2に示す。この光スイッチ101では、新たな第一方向光導波路11と第二方向光導波路2との交差部に設ける空隙の設置方向を空隙32のように逆方向に傾けると、反射光路を伝搬する光信号は、空隙31で再度反射して新たな第一方向光導波路11のC2（光スイッチ101の入射ポートA側）から出射させることができる。このため、光スイッチ100又は光スイッチ101を使い分けることにより、いろいろな実装形態に柔軟に対応することが可能となる。

【0021】〔実施例2〕本発明の第2の実施例に係る光スイッチを、図3、図4、図5及び図7に示す。図3に示す光スイッチ102においては、第二方向光導波路2の光信号伝搬部において第一方向光導波路1と平行な新たな第一方向光導波路11を設け、第二方向光導波路2と新たな第一方向光導波路11との交差部に空隙31を設ける。

【0022】更に、第一方向光導波路1の屈折率整合液6が封入された空隙3を越えた部分に新たな第二方向光導波路21を設け、新たな第一方向光導波路11の近傍に別の第一方向光導波路12を設けるとともに、第一方向光導波路1と新たな第二方向光導波路21との交差部及び別の第一方向光導波路12と新たな第二方向光導波路21との交差部に、それぞれ空隙33、34を設ける。

【0023】これらのことにより、光導波路近傍に屈折率整合液6が看る状態の空隙3を透過した光信号は、第一方向光導波路1と新たな第二方向光導波路21との交差部の空隙33及び別の第一方向光導波路12と新たな第二方向光導波路21との交差部の空隙34の2箇所反射されるため、光導波路近傍に屈折率整合液6の無い状態の空隙3で光信号を反射させた場合（反射状態の光路）と同じ反射損失が透過状態の光路に付加される。

【0024】以上のことから、光スイッチ102の光ファイバ62との接続点を第一の方向に限定することができるとともに、光路の切り替えに伴う損失変動を低減することができる。即ち、第1の実施例の利点に加えて、

光路切り替えに伴う光スイッチの損失変動を抑制できるというメリットがある。

【0025】また、図4に示すように、N+1構成の予備系システムなどに適用可能な光スイッチ103（図ではN=2の場合を示す）では、屈折率整合液が封入された空隙3、3'を設けるとともに、反射光路の出射ポートの方向を変更するための光導波路11と空隙31を設ける。更に、それぞれの透過光路が互いに重複しないように光導波路12、13、21、22と空隙33、34、36、27を設ける。

【0026】このとき、光スイッチ103では、透過光路としては入射ポートA→透過状態の空隙3→空隙33→空隙34→透過ポートB1（以降、透過光路①と呼ぶ）と入射ポートA'→透過状態の空隙3'→空隙36→空隙37→透過ポートB1'（以降、透過光路②と呼ぶ）の2つが、また、反射光路としては入射ポートA→反射状態の空隙3→空隙31→反射ポートC3（以降、反射光路①と呼ぶ）と入射ポートA'→反射状態の空隙3'→空隙31→反射ポートC3'（以降、反射光路②と呼ぶ）の2つが存在する。

【0027】従って、N+1構成の光スイッチ103でも、光ファイバ（図示せず）との接続点を第一の方向に限定することができる。更に、光導波路の交差部で発生する損失は極めて小さいため、透過光路①と反射光路①の損失はほとんど同じであり、透過光路②と反射光路②の損失もほとんど同じに揃えることができる。なお、以降の光スイッチは1×1規模のものに限定して説明を行っているが、図4と同様に透過光路が互いに重複しないように光導波路と空隙を設けることにより、N+1構成の光スイッチを容易に実現できる。

【0028】〔実施例2'〕本発明の第2の実施例に係る光スイッチのもう一つの構成を図5に示す。この光スイッチ104は大部分が光スイッチ102と同じ構成を採用しているが、新たな第一方向光導波路11と第二方向光導波路2との交差部に設けた空隙32と、別の第一方向光導波路12と新たな第二方向光導波路21との交差部に設けた空隙35の方向を、光スイッチ102において相当する空隙31、34と設けている。

【0029】このような構成にすることにより、透過光路における光信号は、入射ポートA→透過状態の空隙3→空隙33→空隙35→透過ポートB2の順に伝搬する。また、反射光路における光信号は、入射ポートA→反射状態の空隙3→空隙32→反射ポートC4の順に伝搬する。

【0030】従って、光スイッチ104では光ファイバ62との接続点を光スイッチ104の1辺に集中させることができるため、光スイッチ104の取扱い性は極めて良好であり、図7に示すように容易に基板上などに実装することができる。しかも、光路切り替えに伴う光スイッチの損失変動を抑制できるというメリットもある。

【0031】〔実施例3〕本発明の第3の実施例に係る光スイッチを、図6及び図7に示す。この光スイッチ105においては、第一方向光導波路1の屈折率整合液6が封入された空隙3を越えた部分に新たな第二方向光導波路21を設け、第一方向光導波路1と新たな第二方向光導波路21との交差部に空隙33を設ける。

【0032】このことにより、反射光路では、光信号は入射ポートA→空隙3→反射ポートC5の順に伝搬する。また、透過状態の空隙3を通過した光信号は、第一方向光導波路1と新たな第二方向光導波路21との交差部の空隙33で反射され、反射ポートC5と同じ側にある透過ポートB3から出射する。

【0033】従って、光スイッチ105の光ファイバ60、61との接続点を光スイッチの互いに隣り合う2辺に限定できるため、図7に示すように、プリント基板40に実装する場合でも、光スイッチ105に接続された光ファイバ60、61の取り回しスペースを削減することができる。更に、透過光路、反射光路ともに光信号が1回しか反射されないため、光路切り替えに伴う損失変動を低減することができ、かつ、光路の損失を小さくす

【0034】なお、図1～図6及び図8では、第一の方向と第二の方向が互いに直交しているように描かれているが、交差角度が90度に限られるものでない。

【0035】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明によれば、光スイッチの光ファイバ接続点がある方向に限定できるため、光スイッチを光ファイバリンクの中間に実装スペースを取ること無く容易に挿入することができる。また、本発明では、光スイッチ

【0036】また、本発明では、光ファイバとの接続点を光スイッチの互いに隣接する2辺に限定することができ、しかも、全ての光路において光信号の反射回数を1回にできるため、光スイッチの損失を低い値に揃えることができる。即ち、低損失で損失変動の小さい光スイッ

チを実現できるとともに、光ファイバとの接続点を2方向に限定することにより、光スイッチの取扱い性を改善でき、基板実装状態においても光ファイバの取り回しスペースを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る光スイッチの構成例を示す平面図である。

【図2】本発明の第1の実施例に係る光スイッチもう一つの構成例を示す平面図である。

【図3】本発明の第2の実施例に係る光スイッチの構成例を示す平面図である。

【図4】本発明の第2の実施例に係る光スイッチで光路を複数にした場合の構成例を示す平面図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る光スイッチのもう一つの構成例を示す平面図である。

【図6】本発明の第3の実施例に係る光スイッチに係る構成例を示す平面図である。

【図7】本発明の実施例に係る光スイッチをプリント基板上に実装した状態を示す平面図である。

【図8】従来の光スイッチの構成例を示す斜視図である。

【符号の説明】

1, 1', 11, 12, 13 第一の方向の光導波路

2, 21, 22 第二の方向の光導波路

3, 3' 移動可能な状態に屈折率整合液が封入された空隙

4 クラッド層

5 ベース基板

6 屈折率整合液

7 封入用蓋

8 迂回路

9 光スイッチ

31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 空隙

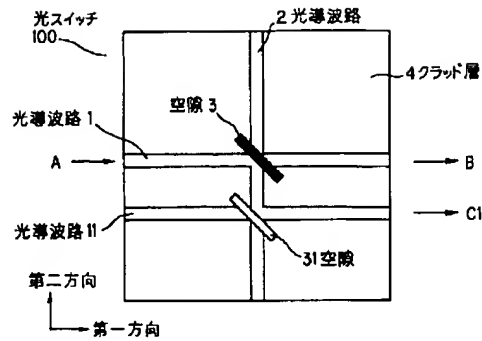
40 プリント基板

50, 51 パッケージコネクタ

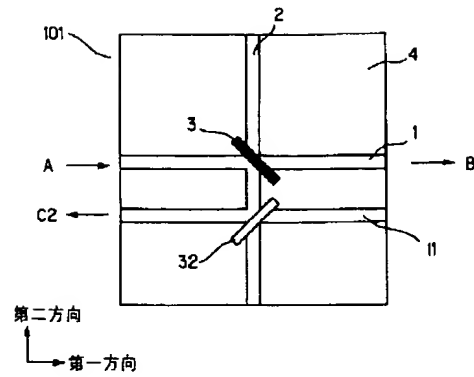
60, 61, 62, 63, 64 入出力用光ファイバ

100, 101, 102, 103, 104, 105 光スイッチ

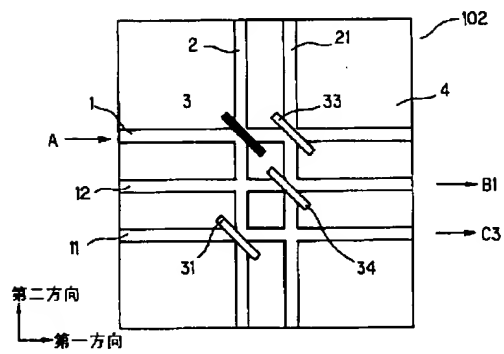
【図1】



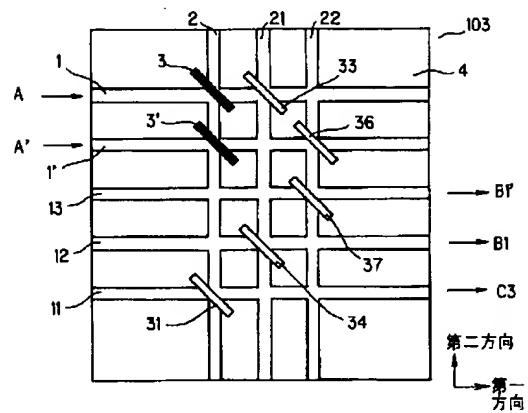
【図2】



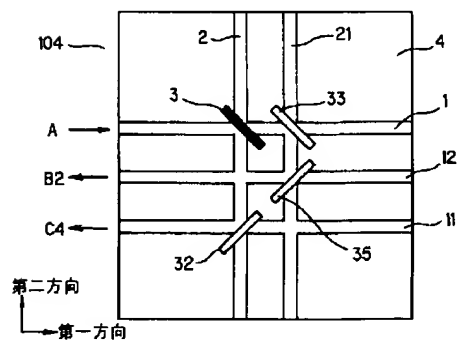
【図3】



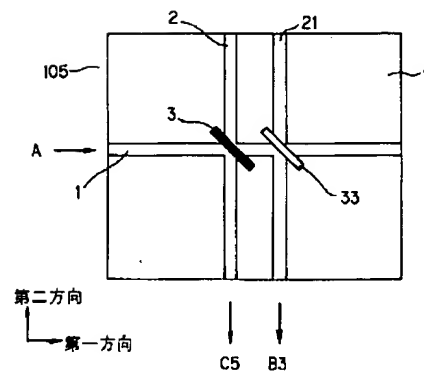
【図4】



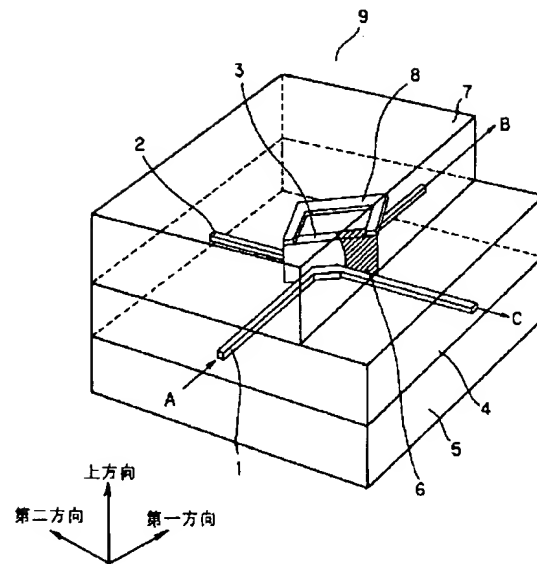
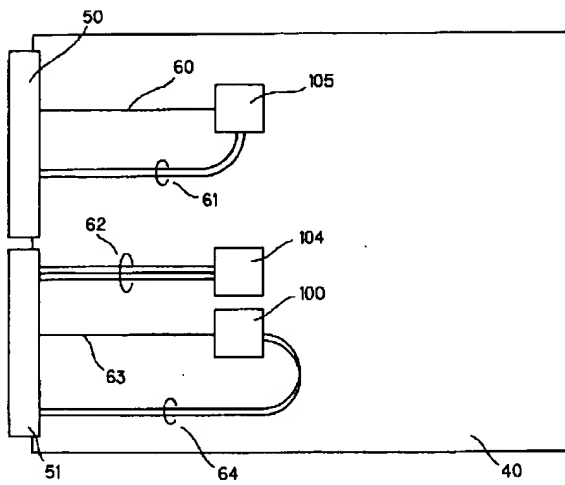
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 和政  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 西田 安秀  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内